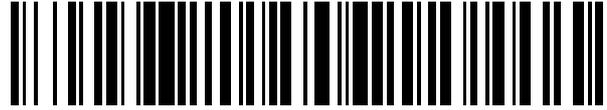


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 856**

51 Int. Cl.:

F04B 1/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2007 E 07254057 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2015 EP 2048359**

54 Título: **Mejoras relacionadas con bombas de combustible**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.08.2015

73 Titular/es:

**DELPHI INTERNATIONAL OPERATIONS
LUXEMBOURG S.À R.L. (100.0%)
Avenue de Luxembourg
4940 Bascharage, LU**

72 Inventor/es:

**ROSU, CRISTIAN A.;
BAUDOT, ALEXANDRE CT y
GARDNER, JONATHAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 542 856 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Mejoras relacionadas con bombas de combustible

5 La invención se refiere a conjuntos de bomba del tipo apropiado para ser usados en sistemas de inyección de combustible de conducto común (common rail) de motores de combustión interna. En particular, aunque no de forma exclusiva, la invención se refiere a un émbolo de bombeo mejorado, y a una bomba de combustible mejorada del tipo que tiene al menos un émbolo de bombeo que es accionado por una leva impulsada por motor u otro sistema de accionamiento apropiado.

La Figura 1 es una vista seccionada de una bomba de combustible de conducto común con diseño de bomba radial conocida, la cual se describirá ahora, a modo de ejemplo, para ilustrar la técnica anterior.

10 La bomba 100 de la Figura 1 comprende tres émbolos 102 de bombeo que están situados en posiciones espaciadas equi-angulamente alrededor de una leva 104 impulsada por motor. Cada émbolo 102 está montado dentro de un agujero 106 de émbolo proporcionado en una carcasa principal 108 de la bomba. A medida que la leva 104 es accionada durante la utilización, se obliga a los émbolos 102 a realizar un movimiento de vaivén dentro de sus agujeros 106 de una manera cíclica en fase. A medida que los émbolos 102 realizan su movimiento de vaivén, cada uno de ellos provoca presurización de combustible en el interior de una cámara 109 de bomba definida en un extremo del agujero 106 de émbolo asociado. El suministro de combustible desde las cámaras de bomba hacia una tubería de alimentación de alta presión común (no mostrada) se controla por medio de válvulas de salida (no mostradas). La tubería de alta presión suministra combustible a un conducto común, o a otro volumen acumulador, para su envío a inyectores situados aguas abajo de un sistema de combustible de conducto común.

20 La leva 104 soporta a un anillo de leva, o cursor 110 de leva, el cual está provisto de una pluralidad de planos 112, uno para cada émbolo 102. Un elemento intermedio en forma de un empujador 114 interacciona con cada uno de los planos 112 del cursor 110 de leva y se acopla a un émbolo 102 asociado de tal manera que, a medida que el empujador 114 es impulsado por el giro de la leva 104, se imparte impulso al émbolo 102. A medida que cada empujador 114 es impulsado radialmente hacia afuera, su émbolo 102 respectivo es impulsado para reducir el volumen de la cámara de bomba. A esta parte del ciclo de bombeo se le denomina carrera de bombeo del émbolo 102, durante la cual combustible situado en el interior de la cámara de bombeo asociada se presuriza hasta un nivel relativamente alto.

30 A medida que el cursor 110 se mueve arrastrado por la leva 104 para impartir impulso a los empujadores 114 en una dirección axial, se provoca que una superficie de base de cada empujador 114 se traslade lateralmente sobre una zona de interacción de un plano 112 asociado del cursor 110. Esta traslación de los empujadores 114 con respecto al cursor 110 provoca desgaste por rozamiento de los empujadores 114 y del cursor 110. El desgaste por rozamiento se produce particularmente en bordes laterales de los empujadores 114.

35 El desgaste por rozamiento de los empujadores 114 y del cursor 110 de la bomba 100 de combustible de conducto común conocida de la Figura 1 conduce no sólo a un eventual fallo del componente, sino también a mayores temperaturas locales de funcionamiento, las cuales a su vez tienen un impacto adicional sobre la eficiencia y la durabilidad de la bomba 100 en su conjunto. De las Patentes DE 19753593 y DE 19829547 se conocen otras bombas de combustible de la técnica anterior.

Es con vistas a resolver o mitigar al menos un problema de la técnica anterior por lo que la presente invención proporciona una bomba de combustible y un émbolo de bombeo mejorados.

40 Desde un primer aspecto, la presente invención reside en líneas generales en una bomba de combustible para ser usada en un motor de combustión interna, comprendiendo la bomba de combustible: un émbolo de bombeo para presurizar combustible dentro de una cámara de bomba durante una carrera de bombeo del émbolo; un elemento cursor que puede interaccionar con un elemento de accionamiento; y un elemento de interfaz para impartir impulso desde el elemento cursor al émbolo de bombeo para realizar la carrera de bombeo del émbolo, donde el elemento de interfaz comprende una superficie de contacto curvada que puede interaccionar con el elemento cursor.

45 La superficie de contacto curvada reduce el desgaste por rozamiento entre el elemento de interfaz y el elemento cursor al permitir una libertad de movimiento mejorada entre el elemento de interfaz y el elemento cursor, en particular durante la traslación del elemento de interfaz sobre el elemento cursor durante la utilización. Además, debido a la naturaleza hidrodinámica de la superficie curvada, la cual ayuda a difundir lubricante, se puede reducir aún más el rozamiento.

Convenientemente, para permitir una libertad de movimiento particularmente grande, la superficie de contacto curvada puede ser convexa.

Preferiblemente, el elemento de interfaz puede comprender una superficie de contacto curvada adicional que puede interaccionar con el elemento cursor, definiendo las superficies de contacto curvadas en conjunto una superficie de

contacto curvada combinada que tiene un radio de curvatura variable. Además, el elemento de interfaz puede comprender ventajosamente una superficie de contacto substancialmente plana que puede interactuar con el elemento cursor, bordeando dicha superficie substancialmente plana a la superficie de contacto curvada combinada. Convenientemente, la superficie de contacto substancialmente plana puede estar definida por un bisel anular del elemento de interfaz.

5 Para facilitar una transición sin bordes entre la superficie de contacto curvada combinada y la superficie de contacto substancialmente plana, la superficie curvada combinada puede comprender un primer radio de curvatura, comparativamente pequeño, en un primer punto en una frontera con la superficie substancialmente plana, y un segundo radio de curvatura, comparativamente grande, en un segundo punto. Opcionalmente, el radio de curvatura de la superficie curvada combinada puede aumentar a medida que aumenta la distancia desde la frontera con la superficie substancialmente plana.

10 Para ayudar a maximizar las propiedades hidrodinámicas que ayudan a la difusión de lubricante, la superficie de contacto curvada puede preferiblemente ser parcialmente esférica. Para proporcionar durante la utilización un buen equilibrio entre la reducción de rozamiento y la evitación de grandes tensiones de compresión, la superficie curvada parcialmente esférica puede tener preferiblemente un radio de curvatura dentro del rango de 650 mm a 900 mm. Lo más preferiblemente, para proporcionar un equilibrio excelente entre la reducción de rozamiento y la evitación de grandes tensiones de compresión durante la utilización, la superficie curvada puede tener un radio de curvatura dentro del rango de 700 mm a 800 mm. Un radio dentro de cualquiera de estos rangos se puede combinar ventajosamente con un diámetro máximo de sección de la superficie curvada dentro del rango de 15,2 mm a 16,2 mm.

15 El elemento de interfaz es integral con el émbolo de bombeo. El elemento de interfaz comprende un pie del émbolo de bombeo. Dado que la superficie de contacto curvada proporciona una libertad de movimiento mejorada y reduce significativamente el desgaste por rozamiento, la necesidad de un elemento intermedio tal como un empujador se elimina cuando el elemento de interfaz es integral con el émbolo de bombeo. De esta forma, se reduce el coste de fabricación y se simplifica la estructura de la bomba de combustible.

20 Preferiblemente, el elemento cursor puede comprender un plano para su interacción con el elemento de interfaz. De forma adicional o alternativa, el elemento de interfaz y el elemento cursor se pueden diseñar ventajosamente para proporcionar una tolerancia de rotación que permita un movimiento giratorio del elemento cursor alrededor de un eje del elemento cursor. Preferiblemente, la tolerancia de rotación puede estar definida por la superficie curvada del elemento de interfaz.

25 La provisión de una tolerancia de rotación ayuda a reducir el desgaste por rozamiento debido a cualquier momento de giro variable que se pueda producir entre el elemento cursor y el émbolo de bombeo durante cualquier traslación lateral del elemento de interfaz con respecto al elemento cursor durante la utilización.

30 Para proporcionar una reducción significativa del desgaste por rozamiento, la máxima tolerancia de rotación entre un eje central de movimiento del elemento de interfaz y un eje de una fuerza de accionamiento radial del elemento cursor puede ser ventajosamente al menos 1 grado.

35 La superficie de contacto curvada está diseñada para que se aplane durante la utilización, bajo presión. Aunque el aplanamiento de la superficie curvada puede tener un efecto negativo sobre capacidades de reducción de rozamiento, dicho aplanamiento conduce a una buena distribución de cargas y ayuda a evitar grandes tensiones de compresión. Es beneficioso alcanzar un equilibrio entre las ventajas de mitigar el rozamiento y las ventajas de evitar o reducir grandes tensiones de compresión. A este respecto, anteriormente ya se han explicado las dimensiones parcialmente esféricas preferidas de la superficie de contacto curvada.

40 Con respecto a materiales, la superficie de contacto curvada puede estar definida preferiblemente por un sustrato del elemento de interfaz que consista en uno o más materiales seleccionados de entre el grupo de: acero al carbono (por ejemplo, 16MnCr5); acero aleado (por ejemplo, EN ISO 683-17 100Cr6 + AC); y acero rápido (por ejemplo, M50, M2). De forma adicional o alternativa, el sustrato puede estar recubierto ventajosamente con un recubrimiento de carbono de tipo diamante (DLC) para hacerlo más resistente al desgaste y para reducir aún más el rozamiento.

45 De acuerdo con la invención, el émbolo de bombeo comprende un pie que tiene una superficie de contacto curvada para engranar, durante la utilización, con un elemento cursor de una bomba de combustible.

50 Durante la utilización, la superficie de contacto curvada del pie puede ayudar a reducir el desgaste por rozamiento entre el pie del émbolo y un elemento cursor de una bomba de combustible, al permitir una libertad de movimiento mejorada entre el pie del émbolo y el elemento cursor, en particular durante cualquier traslación del pie sobre el elemento cursor durante la utilización. Además, debido a la naturaleza hidrodinámica de la superficie curvada, la cual ayuda a difundir lubricante, se puede reducir aún más el rozamiento.

Dado que la superficie de contacto curvada del pie del émbolo de bombeo proporciona una libertad de movimiento mejorada y reduce significativamente el desgaste por rozamiento, la necesidad de un elemento intermedio tal como un empujador se elimina cuando se usa el émbolo de bombeo dentro de una bomba de combustible. De esta manera se reduce el coste de fabricación y se puede simplificar la estructura de las bombas de combustible.

- 5 Convenientemente, para permitir una libertad de movimiento particularmente grande, la superficie de contacto curvada puede ser convexa.

Preferiblemente, el pie puede comprender una superficie de contacto curvada adicional que puede interactuar con el elemento cursor, definiendo las superficies de contacto curvadas en conjunto una superficie de contacto curvada combinada que tiene un radio de curvatura variable. Además, el pie puede comprender ventajosamente una superficie de contacto substancialmente plana que puede interactuar con el elemento cursor, bordeando dicha superficie substancialmente plana a la superficie de contacto curvada combinada. Convenientemente, la superficie de contacto substancialmente plana puede estar definida por un bisel anular del pie.

Para facilitar una transición sin bordes entre la superficie de contacto curvada combinada y la superficie de contacto substancialmente plana, la superficie curvada combinada puede comprender un primer radio de curvatura, comparativamente pequeño, en un primer punto en una frontera con la superficie substancialmente plana, y un segundo radio de curvatura, comparativamente grande, en un segundo punto. Opcionalmente, el radio de curvatura de la superficie curvada combinada puede aumentar a medida que aumenta la distancia desde la frontera con la superficie substancialmente plana.

Para ayudar a maximizar las propiedades hidrodinámicas que ayudan a la difusión de lubricante, la superficie de contacto curvada puede ser preferiblemente parcialmente esférica.

La superficie de contacto curvada está diseñada para que se aplane durante la utilización, bajo presión. Aunque el aplanamiento de la superficie curvada puede tener un efecto negativo sobre las capacidades de reducción de rozamiento, dicho aplanamiento conduce a una buena distribución de carga y ayuda a evitar grandes tensiones de compresión. Es beneficioso alcanzar un equilibrio entre las ventajas de mitigar el rozamiento y las ventajas de evitar o reducir grandes tensiones de compresión.

Para proporcionar un buen equilibrio entre la reducción del rozamiento y la evitación de alta tensión de compresión durante la utilización, la superficie curvada del pie puede ser preferiblemente parcialmente esférica con un radio de curvatura dentro del rango de 650 mm a 900 mm. Lo más preferiblemente, para proporcionar un equilibrio excelente entre la reducción del rozamiento y la evitación de alta tensión de compresión durante la utilización, la superficie curvada puede tener un radio de curvatura dentro del rango de 700 mm a 800 mm. Un radio dentro de cualquiera de estos rangos se puede combinar ventajosamente con un diámetro máximo de sección de la superficie curvada dentro del rango de 15,2 mm a 16,2 mm.

Con respecto a materiales, la superficie de contacto curvada puede estar definida preferiblemente por un substrato del pie que consista en uno o más materiales seleccionados de entre el grupo de: acero al carbono (por ejemplo, 16MnCr5); acero aleado (por ejemplo, EN ISO 683-17 100Cr6 + AC); y acero rápido (por ejemplo, M50, M2). De forma adicional o alternativa, el substrato puede estar recubierto ventajosamente con un recubrimiento de carbono de tipo diamante (DLC) para hacerlo más resistente al desgaste y para reducir aún más el rozamiento.

Preferiblemente, el émbolo de bombeo puede comprender un vástago y un tobillo con curva de acuerdo que conecta el pie con el vástago. Se ha determinado que hasta un radio de la curva de acuerdo del tobillo de 3,5 mm, la resistencia del émbolo aumenta a medida que aumenta el radio de la curva de acuerdo, aunque un aumento del radio de la curva de acuerdo más allá de 3,5 mm generalmente no conduce a ventajas adicionales significativas. Por lo tanto, para maximizar tanto la resistencia a la tensión como la eficiencia espacial, se puede seleccionar ventajosamente un radio de la curva de acuerdo dentro del rango de 2,5 a 4,5 mm, preferiblemente de 3 mm a 4 mm, o lo más preferiblemente de 3,3 mm a 3,7 mm.

45 Se describirá ahora la invención, sólo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 2 es una vista seccionada de una bomba de combustible de acuerdo con una primera realización de la invención;

La Figura 3 es una vista lateral de un émbolo de bombeo de la bomba de combustible de la Figura 2;

50 Las Figuras 4a, 4b y 4c son vistas seccionadas parciales secuenciales de la bomba de combustible de la Figura 2 que muestran el movimiento de un émbolo durante la utilización; y

La Figura 5 es una vista seccionada esquemática del émbolo de bombeo de la Figura 2 y de un cursor de leva.

- Haciendo referencia a la Figura 2, en ella se muestra, en una primera realización de la invención, una bomba 200 de combustible de alta presión apropiada para ser usada en el sistema de inyección de combustible de un motor de combustión interna de encendido por compresión. En particular, la bomba 200 de combustible es apropiada para ser usada para suministrar combustible a alta presión a un conducto común de un sistema de inyección de combustible de conducto común (no mostrado).
- Muchos aspectos de la bomba 200 de combustible en la Figura 2 son conocidos, y estas partes sólo se describirán brevemente. Sin embargo, la bomba 200 de combustible comprende émbolos 201 de bombeo mejorados, los cuales ayudan a reducir el desgaste por rozamiento y conllevan ventajas de fabricación.
- La bomba 200 incluye una carcasa 202 principal de la bomba a través de la cual se extiende una leva 204 impulsada por motor a lo largo de un eje C central de la leva que se extiende en perpendicular al plano de la hoja de papel. La leva 204 soporta a un elemento cursor en forma de un cursor 206 de leva (o anillo de leva) que está provisto de planos primero 206a y segundo 206b.
- Los cabezales de bomba primero 208a y segundo 208b están montados sobre la carcasa 202 principal de la bomba en posiciones radiales aproximadamente opuestas alrededor del eje C de la leva, extendiéndose la leva 204 a través de un orificio 210 pasante central proporcionado en la carcasa 202 principal de la bomba. Cada cabezal de bomba 208a y 208b incluye una respectiva carcasa 212a, 212b del cabezal de bomba.
- Los cabezales 208a y 208b de bomba son substancialmente idénticos el uno al otro. Se describirá ahora la estructura del primer cabezal 208a de bomba, y el lector con experiencia en la técnica apreciará que esta descripción aplica mutatis mutandis al segundo cabezal 208b de bomba.
- El primer cabezal 208a de bomba incluye un émbolo 201 de bombeo que puede realizar un movimiento de vaivén en el interior de un agujero 216 ciego de émbolo para realizar un ciclo de bombeo que tiene una carrera de bombeo (o carrera de avance) y una carrera de retorno ayudada por un muelle. El agujero 216 de émbolo está definido parcialmente dentro de la carcasa 212a del cabezal de bomba y parcialmente en el interior de un tubo 218 de soporte del émbolo que se extiende desde una superficie inferior de la carcasa 212a del cabezal de bomba. El extremo ciego del agujero 216 define, junto con la carcasa 212a del cabezal de bomba, una cámara 220 de bombeo. El movimiento de vaivén del émbolo 201 en el interior del agujero 216 provoca presurización de combustible en el interior de la cámara 220 de bombeo durante una carrera de bombeo.
- Haciendo ahora referencia a la Figura 3, el émbolo 201 del primer cabezal 208a de bomba comprende de forma general un vástago 222, un tobillo 224, y un elemento 226 de interfaz integral en forma de pie. El émbolo 201 está moldeado integralmente a partir de acero al carbono (por ejemplo, 16MnCr5), acero aleado (por ejemplo, EN ISO 683-17 100Cr6 + AC); y acero rápido (por ejemplo, M50, M2) o puede estar recubierto con un recubrimiento de carbono de tipo diamante (DLC) para hacerlo más resistente al desgaste y para reducir el rozamiento. Aunque un recubrimiento no siempre es esencial, es particularmente beneficioso en bombas de alta presión o de alta velocidad. También se pueden usar recubrimientos alternativos según corresponda, dependiendo de la estructura de la bomba y de su aplicación.
- El vástago 222 del émbolo 201 es generalmente cilíndrico, con un radio de aproximadamente 3,25 mm, y comprende un primer extremo 228 orientado hacia la cámara 220 de bombeo. Un segundo extremo 230, opuesto, del vástago 222 se funde contiguamente con el tobillo 224. El vástago 222 tiene simetría radial alrededor de un eje A central del émbolo 201 (mostrado en las Figuras 4a a 4c).
- El tobillo 224 del émbolo proporciona una transición con curva de acuerdo entre el vástago 222 y el pie 226. El radio de la curva de acuerdo del tobillo 224 se selecciona para que sea de aproximadamente 3,5 mm. Se ha determinado que hasta un radio de la curva de acuerdo del tobillo de 3,5 mm, la resistencia del émbolo aumenta a medida que aumenta el radio de la curva de acuerdo, mientras que un aumento del radio de la curva de acuerdo más allá de 3,5 mm generalmente no conduce a ventajas adicionales significativas. Por lo tanto, si se desea una modificación, se puede seleccionar un radio de la curva de acuerdo dentro del rango de 2,5 a 4,5 mm, preferiblemente de 3 mm a 4 mm, o lo más preferiblemente de 3,3 mm a 3,7 mm, para maximizar tanto la resistencia a la tensión como la eficiencia espacial. Sin embargo, la invención abarca émbolos que tengan cualquier radio de curva de acuerdo apropiado.
- Para ayudar al émbolo 201 de bombeo a realizar una carrera de retorno después de una carrera de bombeo, el tobillo 224 define un asiento 232 escalonado para muelle para alojar a un muelle 234 helicoidal, el cual se omite en la Figura 3 por razones de claridad pero que, como se muestra en la Figura 2, está situado entre el asiento 232 para muelle y la carcasa 212a del cabezal de bomba.
- El pie 226 del émbolo tiene forma de disco en planta y tiene un radio de aproximadamente 10,7 mm. El radio está determinado por la geometría del muelle 234, la cual está optimizada para producir máxima estabilidad para el cursor 206; el muelle está soportado sobre el asiento 232 para muelle sin nada de voladizo. Sin embargo, la persona

con experiencia en la técnica apreciará que, si se desea, la geometría del muelle y el radio del pie 226 se pueden modificar.

5 El pie 226 comprende un lado 235 distal, que es continuo con el tobillo 224, y un lado proximal 236 que tiene una zona 238 de contacto para engranar con el primer plano 206a del cursor 206 de leva soportado por la leva 204 impulsada por motor. La interacción del cursor 206 de leva y del pie 226 del émbolo 201 permite que se imparta impulso desde la leva 204 al émbolo 201 para efectuar la carrera de bombeo.

10 La zona 238 de contacto del pie 226 del émbolo 201 comprende un bisel anular que forma un ángulo de aproximadamente 70 grados con el eje A central del émbolo 201, que se estrecha proximalmente, y que define una primera superficie 240 de contacto plana, troncocónica. La primera superficie de contacto rodea a, y se funde proximalmente con, una segunda superficie 242 de contacto anular, convexamente curvada, que tiene un radio de curvatura de 3,1 mm, la cual a su vez se funde proximalmente con una tercera superficie 244 de contacto parcialmente esférica, convexamente curvada, que tiene un radio de curvatura de 750 mm y un diámetro de la sección de 15,2 mm. De esta forma, la tercera superficie 244 de contacto está definida por una formación con forma de cúpula que tiene un pico proximal en el eje A central del émbolo 201. Sin embargo, como resultado de su radio de curvatura relativamente grande de 750 mm, la tercera superficie 244 de contacto curvada aparece substancialmente plana en la escala relativamente pequeña de la Figura 3.

15 La segunda superficie 242 de contacto sirve para proporcionar una transición sin bordes entre la superficie 240 de contacto substancialmente plana y la tercera superficie 244 de contacto curvada y, de esta forma, su anchura anular es comparativamente mínima. Expresado de otra forma, las superficies de contacto tercera y segunda en conjunto definen una superficie 242, 244 de contacto curvada combinada que tiene un radio de curvatura variable.

20 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 2, y a las figuras secuenciales 4a a 4c, a medida que se obliga al cursor 206 de leva a moverse sobre la leva 204 impulsada por motor, una fuerza D de accionamiento axial es impartida al pie 226 del émbolo 201 del primer cabezal 208a de bomba, haciendo que el émbolo 201 realice un movimiento de vaivén en el interior del agujero 216 de émbolo. Durante la carrera de bombeo, el émbolo 201 es impulsado radialmente desde el eje hacia afuera para reducir el volumen de la cámara 220 de bomba. Durante la carrera de retorno del émbolo, la cual se efectúa por medio del muelle 234 helicoidal, el émbolo 201 es empujado en una dirección radial hacia adentro para aumentar el volumen de la cámara 220 de bomba.

25 A medida que el pie 226 del émbolo 201 es impulsado en una dirección radial hacia afuera, produciendo el movimiento del émbolo 201 a lo largo de su eje A central, se produce un cierto movimiento de deslizamiento lateral, de atrás hacia adelante, de la zona 238 de contacto del pie 226 a través del plano 206a asociado del cursor 206. Este movimiento es bien conocido en la técnica anterior y es producido por el movimiento de la leva 204 que soporta al cursor 206 de leva. La zona 238 de contacto del pie 226 desliza a través del plano 206a de una manera similar durante la carrera de retorno.

30 Haciendo referencia específicamente a las Figuras 4a a 4c, durante la carrera de bombeo, el eje de la fuerza D de accionamiento aplicada al pie 226 del émbolo 201 pasa aproximadamente a través del eje C central de la leva 204 y del cursor 206 de leva. El movimiento lateral o de deslizamiento (o de traslación) del pie 226 a través del cursor 206 generalmente conduce a una desalineación del eje de la fuerza D de accionamiento con respecto al eje A central del émbolo 201. Esta desalineación varía de forma senoidal a lo largo de todo el ciclo de bombeo y provoca que se apliquen momentos de giro (pares) variables entre el cursor 206 y el pie 226 del émbolo 201.

35 Se hará referencia ahora a la esquemática Figura 5, la cual muestra la tercera superficie 244 de contacto del émbolo 201 con una curvatura enormemente exagerada pero omite, para mayor claridad, las superficies de contacto primera 242 y segunda 240. De la Figura 5 se apreciará que, a medida que el émbolo 201 interacciona (o engrana) con el cursor 206, la estructura convexamente curvada de la tercera superficie 244 de contacto mitiga el desgaste por rozamiento provocado por el movimiento de deslizamiento entre el pie 226 y el cursor 206 de leva y los momentos de giro variables resultantes, al proporcionar una tolerancia T. Concretamente, pequeños movimientos giratorios del cursor 206 alrededor del eje C central de la leva 204 con respecto al eje A del émbolo son absorbidos dentro de la tolerancia T como resultado de la forma curvada de la tercera superficie 244 de contacto, reduciendo ventajosamente de este modo el rozamiento, y cualquier desgaste y calor resultantes.

40 De la descripción anterior de la zona 238 de contacto del émbolo 201 se apreciará que las superficies de contacto segunda 242 y primera 240, las cuales no se muestran en la Figura 5, proporcionan, en los casos en que es necesario, tolerancia adicional de movimiento giratorio más allá de la tolerancia T. La transición sin bordes (o sin aristas) proporcionada por la segunda superficie 242 de contacto entre la tercera superficie 244 de contacto y la primera superficie 240 de contacto reduce aún más el rozamiento en situaciones en las que dicha tolerancia adicional es necesaria: un borde (o arista) entre la primera superficie 240 de contacto y la tercera superficie 244 de contacto sería particularmente propenso a desgaste y podría dañar al cursor 206 de leva bajo presión.

Una ventaja adicional de la zona 238 de contacto del pie 226 del émbolo 201 es que tiene forma hidrodinámica y que, durante la utilización, ayuda a la difusión de lubricante como por ejemplo combustible. La forma de la zona de contacto curvada, y en particular la forma curvada de las superficie de contacto segunda y tercera, facilita el flujo de lubricante entre el émbolo y el cursor, reduciendo de ese modo aún más el rozamiento. El bisel anular que define la superficie 240 de contacto también desempeña un papel importante en permitir que el lubricante acceda a la interfaz émbolo/leva.

En resumen, el émbolo 201, en virtud de la zona 238 de contacto curvada de su pie 226, consigue reducir de forma significativa el rozamiento en la interfaz émbolo/cursor de leva. Es más, el rozamiento se reduce tanto que se ha observado que ya no es necesario un elemento de accionamiento intermedio tal como un empujador, contrariamente a la enseñanza de la técnica anterior. Convencionalmente ha sido necesario emplear un empujador para impedir que los momentos de giro variables del cursor de leva se transmitan al émbolo de bombeo, donde podrían producir daños y/o fugas de combustible. Sin embargo, debido a la tercera superficie 244 de contacto curvada del émbolo 201 de bombeo de la primera realización de la invención, los momentos de giro se mitigan y no es necesario un empujador intermedio. Por lo tanto, el émbolo 201 de bombeo de la primera realización de la invención puede ventajosamente ser puesto en contacto directo con el cursor 206 de leva, lo cual reduce los costes y simplifica la bomba 200 de combustible.

No obstante, aunque la necesidad de un empujador es eliminada por el émbolo 201 de la primera realización de la invención, la invención abarca conjuntos de bombeo que incluyen uno o más elementos de interfaz intermedios tales como empujadores. Por ejemplo, la ventajosa reducción de rozamiento por una superficie curvada como la descrita con respecto al pie del émbolo de la primera realización se puede aplicar de forma alternativa o adicional a un empujador. Por lo tanto, en una segunda realización de la invención, una bomba de combustible de alta presión apropiada para ser usada en el sistema de inyección de combustible de un motor de combustión interna de encendido por compresión comprende una carcasa de la bomba de combustible, uno o más émbolos accionados por una leva que soporta a un cursor de leva, y uno o más empujadores que actúan como elementos de interfaz intermedios entre los émbolos y el cursor de leva. El empujador o cada uno de los empujadores comprende una zona de contacto curvada, como la descrita con respecto al pie del émbolo de la primera realización de la invención, para mitigar el rozamiento en una interfaz existente entre el empujador y el cursor de leva.

Se apreciará que se pueden hacer varias modificaciones a las zonas de contacto de las realizaciones primera y segunda de la invención. Por ejemplo, la tolerancia de rotación adicional permitida por las superficies de contacto primera y segunda puede no ser esencial en todas las aplicaciones en vistas de la tolerancia inicial proporcionada por la tercera superficie de contacto. Por lo tanto, en algunas aplicaciones se pueden omitir las superficies de contacto primera y segunda, aunque beneficiosas para ayudar a la difusión de lubricante. De forma alternativa, la primera superficie de contacto puede estar presente pero actuar solamente como un elemento de soporte que no hace contacto con el cursor de leva.

En la selección del radio de curvatura y del diámetro de la sección de la tercera superficie de contacto, es importante considerar la cantidad de presión que se aplica a la zona de contacto durante la utilización. La tercera superficie de contacto curvada generalmente se aplanar al menos parcialmente bajo alta presión, cuando hace contacto con el cursor de leva. Aunque dicho aplanamiento de la tercera superficie de contacto tiene un efecto negativo sobre las capacidades de reducción de rozamiento de la zona de contacto, conduce a una buena distribución de la carga y ayuda a evitar grandes tensiones de compresión. De esta forma, en la selección de los parámetros de la tercera superficie de contacto curvada es beneficioso alcanzar un equilibrio entre las ventajas de mantener una superficie de contacto curvada, lo cual mitiga la desalineación angular y el rozamiento, y las ventajas de permitir que la superficie de contacto se aplane, lo cual mitiga las grandes tensiones de compresión.

En vista de las consideraciones anteriores, el radio de curvatura de la tercera superficie de contacto de las realizaciones primera y segunda se puede modificar dentro del rango de 650 mm a 900 mm (lo más preferiblemente entre 700 mm y 800 mm) mientras se mantiene un buen equilibrio entre la reducción de rozamiento y la evitación de alta tensión de compresión bajo condiciones operativas de la bomba de combustible. Aunque la invención no está limitada a estos rangos, permiten un aplanamiento parcial apropiado de la tercera superficie de contacto, mientras se mantiene de forma simultánea un grado apropiado de tolerancia angular, como se explicó con respecto a la Figura 5, en particular cuando se utiliza acero al carbono, acero aleado o acero rápido. De forma similar, el diámetro máximo de sección de la tercera superficie de contacto se puede modificar dentro de un rango preferido, pero no limitativo, de 15,2 mm a 16,2 mm.

Con independencia de la selección de material y de la forma o dimensiones específicas de la zona de contacto, el desgaste por rozamiento se puede mitigar particularmente bien cuando la tolerancia de rotación máxima entre el eje A central del émbolo (o del empujador) y el eje D de accionamiento del cursor (antes del contacto con el borde) es de al menos aproximadamente 1 grado.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba (200) de combustible para ser usada en un motor de combustión interna, comprendiendo la bomba (200) de combustible:
 - 5 un émbolo (201) de bombeo para presurizar combustible en el interior de una bomba (220) de combustible durante una carrera de bombeo del émbolo;
 - un elemento (206) cursor que puede interactuar con un elemento de accionamiento; y
 - un elemento (226) de interfaz para impartir impulso desde el elemento (206) cursor al émbolo (201) de bombeo para realizar la carrera de bombeo del émbolo, caracterizado por que el elemento (226) de interfaz comprende un pie integral del émbolo (201) de bombeo que tiene una superficie (244) de contacto curvada que puede interactuar con el elemento (206) cursor, por lo cual dicha superficie (244) de contacto curvada está diseñada para que se aplane durante la utilización.
- 10 2. La bomba de combustible de la reivindicación 1, en la cual la superficie (244) curvada es convexa.
3. La bomba de combustible de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en la cual el elemento (226) de interfaz comprende una superficie (242) de contacto curvada adicional que puede interactuar con el elemento (206) cursor, definiendo las superficies (242, 244) de contacto curvadas en conjunto una superficie (242, 244) de contacto curvada combinada que tiene un radio de curvatura variable.
- 15 4. La bomba de combustible de la reivindicación 3, en la cual el elemento (226) de interfaz comprende además una superficie (240) de contacto substancialmente plana que puede interactuar con el elemento (206) cursor, bordeando la citada superficie (240) substancialmente plana a la superficie (242, 244) de contacto curvada combinada.
- 20 5. La bomba de combustible de la reivindicación 4, en la cual la superficie (240) substancialmente plana está definida por un bisel anular del elemento (226) de interfaz.
6. La bomba de combustible de la reivindicación 4 o de la reivindicación 5, en la cual la superficie (242, 244) curvada combinada comprende un primer radio de curvatura, comparativamente pequeño, en un primer punto en una frontera con la superficie (240) substancialmente plana, y un segundo radio de curvatura, comparativamente grande, en un segundo punto.
- 25 7. La bomba de combustible de la reivindicación 6, en la cual el radio de curvatura de la superficie (242, 244) curvada combinada aumenta a medida que aumenta la distancia desde la frontera con la superficie (240) substancialmente plana.
- 30 8. La bomba de combustible de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual la superficie (244) curvada es parcialmente esférica.
9. La bomba de combustible de la reivindicación 8, en la cual la superficie (244) curvada tiene un radio de curvatura dentro del rango de 650 mm a 900 mm.
- 35 10. La bomba de combustible de la reivindicación 9, en la cual la superficie (244) curvada tiene un radio de curvatura dentro del rango de 700 mm a 800 mm.
11. La bomba de combustible de la reivindicación 9 o de la reivindicación 10, en la cual la superficie (244) curvada tiene un diámetro máximo de sección dentro del rango de 15,2 mm a 16,2 mm.
12. La bomba de combustible de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual el elemento (206) cursor comprende un plano (206a, 206b) para interactuar con el elemento (226) de interfaz.
- 40 13. La bomba de combustible de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual el elemento (226) de interfaz y el elemento (206) cursor están diseñados para proporcionar un a tolerancia (T) de rotación para permitir un movimiento giratorio del elemento (206) cursor alrededor de un eje (C) del elemento cursor.
14. La bomba de combustible de la reivindicación 13, en la cual la tolerancia (T) de rotación está definida por la superficie (244) curvada del elemento (226) de interfaz.
- 45 15. La bomba de combustible de la reivindicación 13 o de la reivindicación 14, en la cual la máxima tolerancia (T) de rotación entre un eje (A) de movimiento del elemento de interfaz y un eje (D) de una fuerza de accionamiento radial del elemento (206) cursor es de al menos 1 grado.

Fig.1.

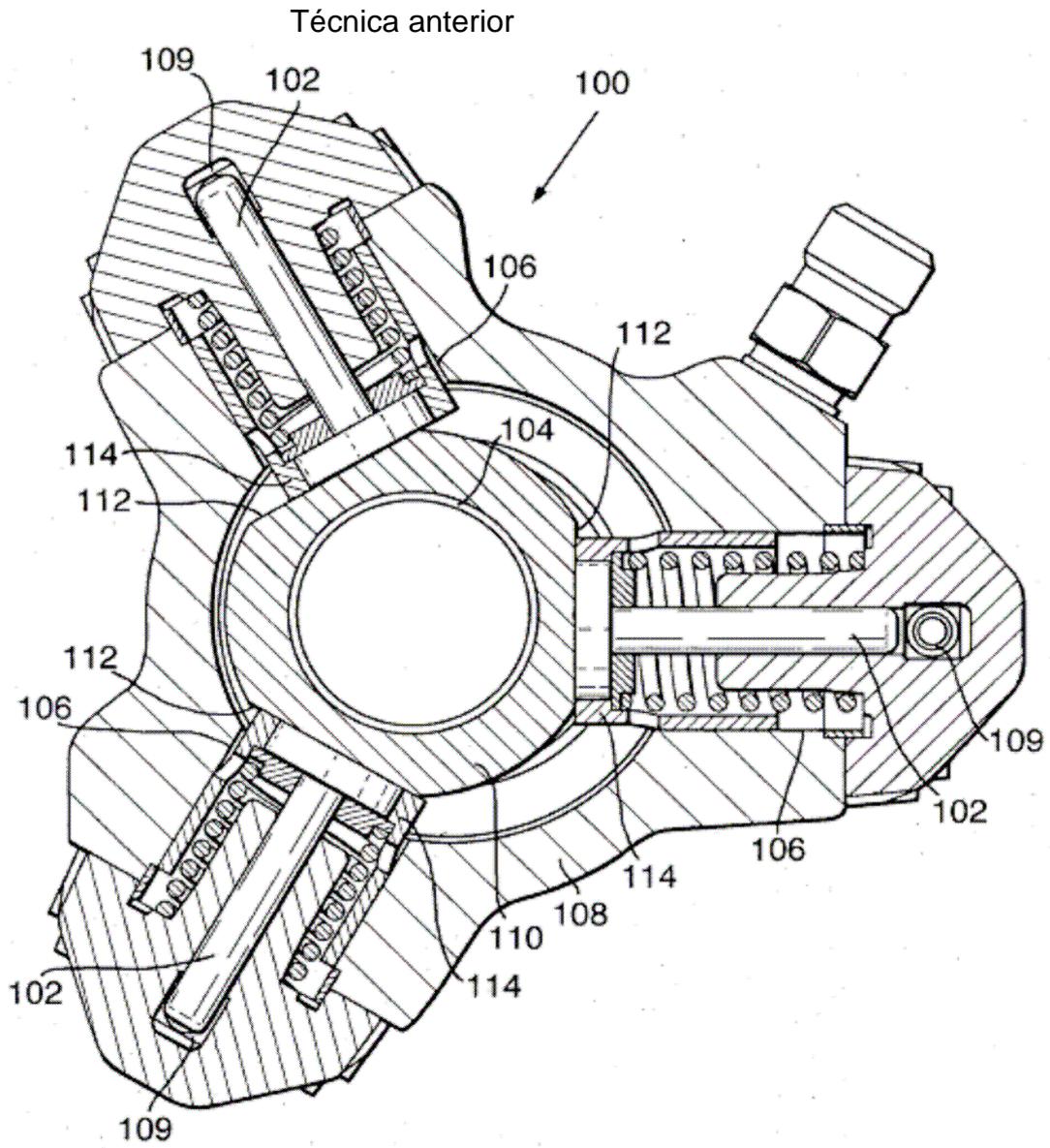


Fig.2.

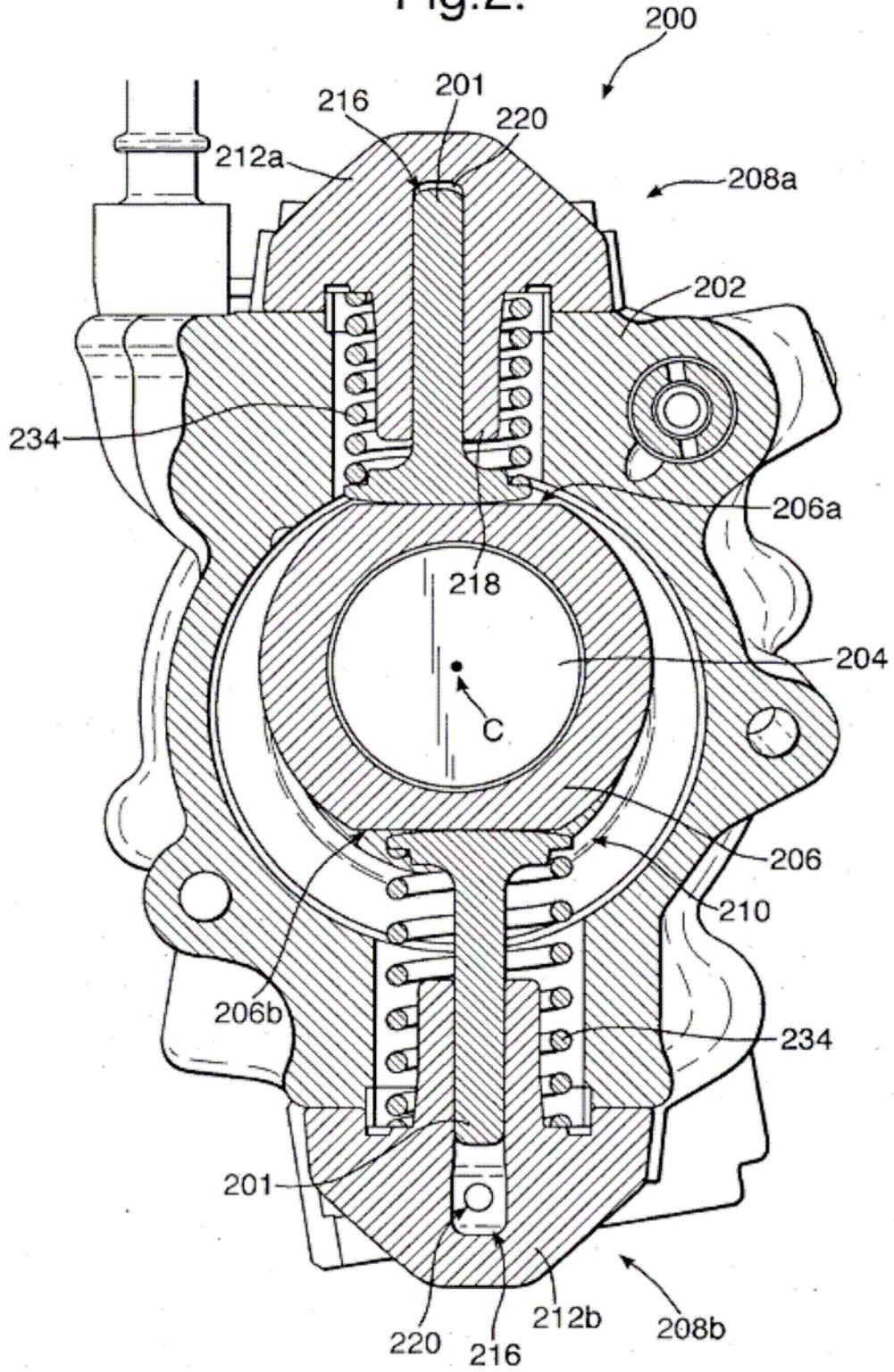


Fig.3.

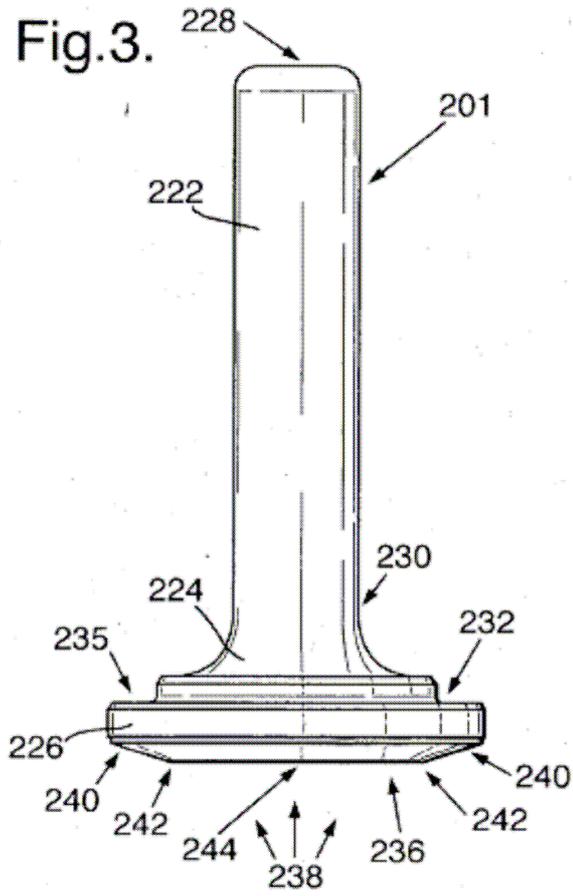


Fig.5.

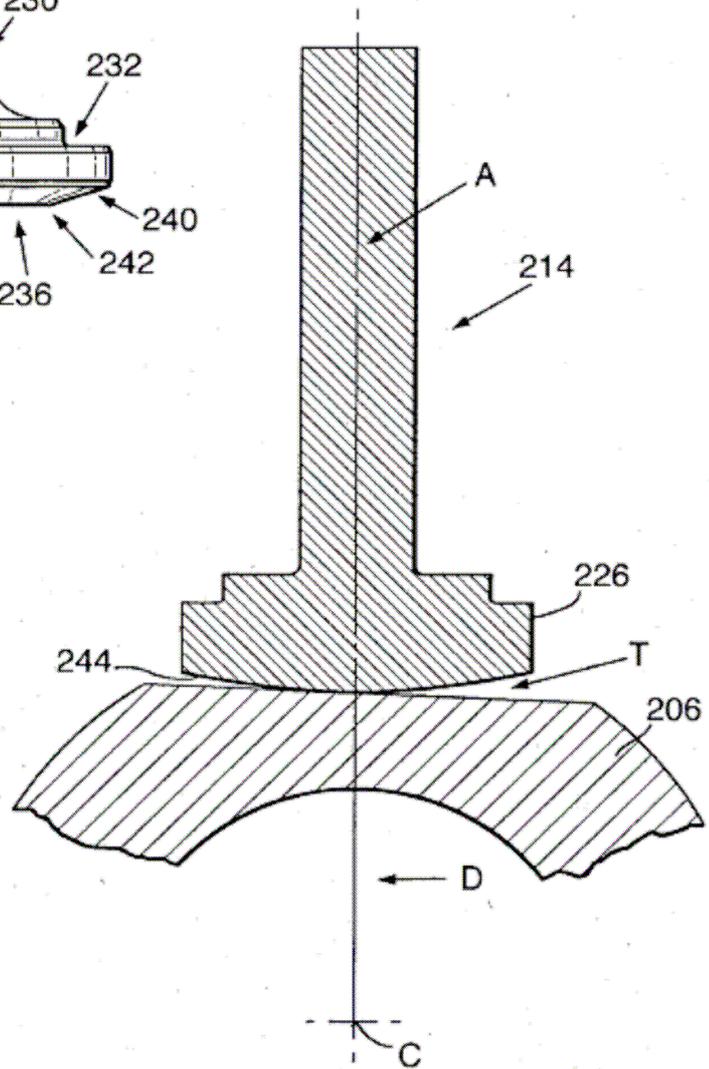


Fig.4a.

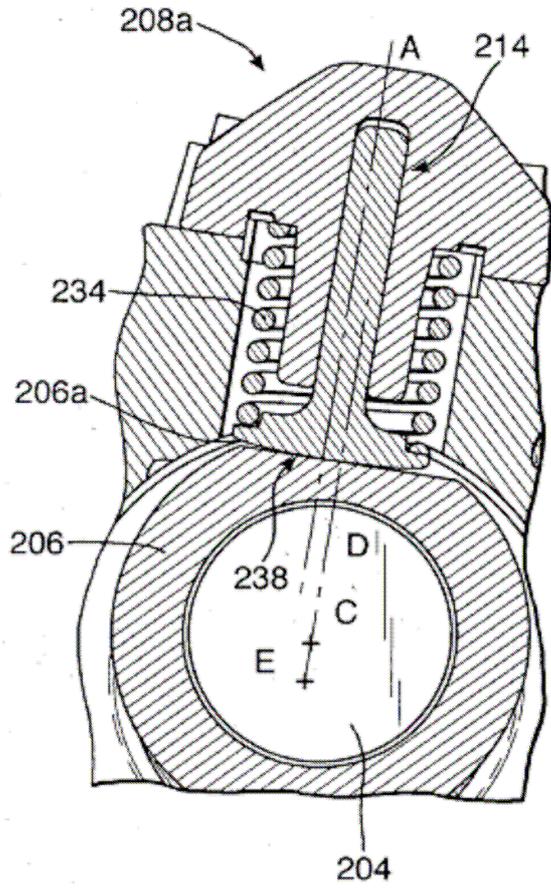


Fig.4b.

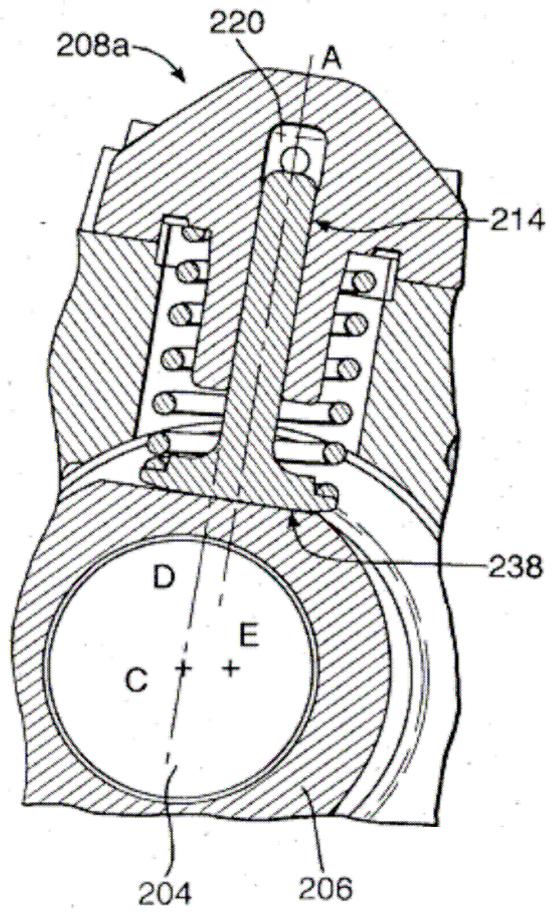


Fig.4c.

